

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME:	NOMER:	HALAMAN:	SURABAYA	ISSN:
	01	01	01 - 06	2016	1271-2012

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
6. Dr.Erina,S.T,M.T.
7. Drs.Suparno,M.T
8. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
9. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Drs.Ir.Karyoto,M.S
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
4. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL..... i

DAFTAR ISI..... ii

- Vol 1 Nomer 1/rekat/16 (2016)

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH GAS ASETILEN PENGGANTI FLY ASH TERHADAP
KUALITAS GENTENG BETON SESUAI SNI 0096:2007

Ian Syahrial Hidayat Has, Suprpto,..... 01 - 06



PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH GAS ASETILEN PENGGANTI *FLY ASH* TERHADAP KUALITAS GENTENG BETON SESUAI SNI 0096:2007

Ian Syahrial Hidayat Has

Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: bukanserver@gmail.com

Suprpto, S.Pd., M.T.

Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: suprap_sipil@yahoo.com

Abstrak

Limbah gas asetilen atau yang lebih dikenal dengan limbah karbit merupakan limbah yang dihasilkan dari pengelasan yang menggunakan karbit sebagai bahan bakunya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah gas asetilen sebagai pengganti *fly ash* terhadap kualitas genteng beton sesuai dengan SNI 0096:2007. Komposisi genteng beton menggunakan bahan tambah limbah gas asetilen sebagai pengganti *fly ash* dengan campuran 0,82 kg semen portland : 0,55 kg *fly ash* : 3,1 kg abu batu.

Proses pembuatan benda uji genteng beton terdiri dari menyiapkan dan menimbang semen, *fly ash*, abu batu, dan limbah gas asetilen. Sebelumnya limbah gas asetilen dikeringkan, ditumbuk, dan diayak. Kemudian semua bahan penyusun ditambah dengan air dan diaduk hingga homogen. Campuran mortar dicetak menggunakan mesin otomatis. Perawatan dilakukan dengan menyiram genteng beton selama seminggu. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari dengan uji sifat tampak, ukuran, kerataan, beban lentur, penyerapan air, dan rembesan air (*impermeabilitas*).

Hasil pengujian dilihat dari uji fisik yang meliputi uji sifat tampak, ukuran, dan kerataan diantara kelima komposisi hanya komposisi dengan penambahan limbah gas asetilen 0%, 25%, 50%, dan 75% yang memenuhi persyaratan SNI 0096:2007. Sedangkan dari uji mekanik yang meliputi uji beban lentur, penyerapan air, dan rembesan air (*impermeabilitas*) hanya komposisi dengan penambahan 0%, 25%, dan 50% yang memenuhi persyaratan SNI 0096:2007. Dapat disimpulkan bahwa persentase penambahan limbah gas asetilen sebagai pengganti *fly ash* pada campuran genteng beton agar optimal terhadap kualitas genteng beton sesuai dengan SNI 0096:2007 adalah 50% dari berat *fly ash*.

Kata Kunci: genteng beton, limbah gas asetilen

Abstract

Acetylene gas waste or better known as carbide waste is waste generated from welding using carbide as raw material. This study aims to determine the effect of acetylene gas waste as a replacement fly ash to the quality of the concrete tile in accordance with SNI 0096:2007. The composition of concrete roof tiles using materials added acetylene gas waste as a substitute fly ash with a mixture of 0.82 kg of portland cement; 0.55 kg fly ash; 3.1 kg stone dust.

The process of making concrete roof tile object consists of preparing and weighing cement, fly ash, stone dust, and gas acetylene waste. Previous acetylene gas waste is dried, crushed and sieved. Then all the building blocks coupled with water and stirred until homogeneous. Mix mortar printed using automated machines. Treatment is done by watering the concrete tile for a week. Testing is done at 28 days to test the nature looks, size, flatness, bending load, water absorption, and seepage water (*impermeability*).

Seen from the test results of physical testing that includes testing the nature looks, size and flatness among the five compositions just waste gas composition with the addition of acetylene 0%, 25%, 50% and 75%, which meets the requirements of SNI 0096:2007. While the mechanical tests that include bending load test, water absorption, and seepage water (*impermeability*) only composition with the addition of 0%, 25% and 50%, which meets the requirements of SNI 0096:2007. It can be concluded that the percentage addition of acetylene gas waste instead of fly ash in concrete roof tiles so that an optimum mix of the quality of the concrete roof tiles in accordance with SNI 0096:2007 is 50% of the weight of the fly ash.

Keywords: concrete roof tiles, acetylene gas waste

PENDAHULUAN

Indonesia mulai mengembangkan manajemen limbah modern dengan prinsip yaitu 6R (*Reuse, Reduce, Recycle, Replace, Refill, dan Repair*) (Fernando, 2012). *Reuse* (pemanfaatan ulang) dan *Recycle* (daur ulang)

merupakan metode paling mudah dilakukan dalam pengolahan limbah sehingga dapat mengurangi jumlah limbah. Pemanfaatan ulang adalah penggunaan langsung tanpa melalui proses daur ulang. Sedangkan daur ulang adalah penggunaan kembali material yang sudah tidak digunakan menjadi produk lain. Daur ulang merupakan

salah satu strategi yang tepat dalam pengelolaan limbah untuk menciptakan produk baru.

Pekerja las yang memakai gas asetilen sebagai komponen terpenting dalam pekerjaan pengelasan mempunyai masalah penting mengenai limbah. Limbah yang dihasilkan dari pekerjaan pengelasan adalah berupa buangan kapur atau yang lebih dikenal dengan limbah karbit. Limbah ini mengandung zat kalsium yang tinggi sehingga jika dibuang sembarangan ke lingkungan dapat membuat tanah menjadi tandus dan gersang. Penggunaan limbah ini telah banyak digunakan dalam menstabilkan dan memperbaiki kualitas tanah.

Salah satu cara mendaur ulang limbah tersebut adalah memanfaatkan limbah menjadi bahan tambahan pembuatan genteng beton. Pemilihan genteng beton didasarkan atas bahan baku yang digunakan hampir sama dengan pembuatan mortar beton pada umumnya. Limbah gas asetilen mempunyai sifat yang hampir sama dengan kapur, sama-sama mengandung unsur Ca (kalsium). Penggunaan limbah gas asetilen ke dalam genteng beton diharapkan dapat mengurangi jumlah limbah yang ada dan menjadi unsur pengikat pada genteng beton sehingga dapat menghemat bahan baku.

Genteng beton merupakan bahan yang mirip dengan beton pada umumnya. Dengan asumsi yang sama dengan beton, sangat mungkin bahwa limbah gas asetilen dapat digunakan sebagai bahan campuran untuk genteng beton. Namun, pada kondisi tertentu dan sesuai dengan peraturan SNI.

Genteng beton adalah unsur bangunan yang dipergunakan untuk atap terbuat dari campuran merata antara semen *portland* atau sejenisnya dengan agregat dan air dengan atau tanpa menggunakan pigmen (SNI 0096-2007).

Utomo (2010) menyatakan komposisi kimia dan prosentase berat dari limbah asetilen antara lain SiO_2 (2,7%), Fe_2O_3 (0,41%), CaO (61,95%), Al_2O_3 (1,19%), MgO (0,75%), SO_3 (0%), Ca(OH)_2 (42,72%), dan hilang pijar termasuk CO_2 (33,55%). Menurut Muliyasih (2010) komposisi kimia dari *fly ash* adalah SiO_2 (61,02%), Al_2O_3 (14,94%), Fe_2O_3 (7,79%), CaO (12,15%), MgO (3,93%), dan lain-lain (0,17%).

PT. Varia Usaha Beton menyatakan bahwa komposisi genteng beton tipe flat adalah semen *portland* (0,82 kg), *fly ash* (0,55 kg), abu batu (3,1 kg), dan air (0,4 kg). Berdasarkan kandungan kimia antara limbah gas asetilen dan *fly ash* yang sama, maka dimungkinkan limbah gas asetilen menggantikan *fly ash* pada campuran genteng beton.

Penambahan limbah karbit (CaO) merupakan upaya untuk meningkatkan unsur kalsium yang diperlukan dalam terjadinya reaksi *pozzolanic* bila tercampur dengan SiO_2 dalam *fly ash*. Reaksi *pozzolanic* merupakan reaksi antara kalsium dengan silikat dan kalsium aluminat sehingga membentuk "*comenting agent*" berupa kalsium silikat dan kalsium aluminat. *Comenting agent* tersebut merupakan suatu massa yang keras dan kaku yang hampir sama dengan proses hidrasi pada *portland cement* (Muliyasih, 2010).

Penambahan limbah karbit pada pembuatan batako diperoleh hasil sebagai berikut: a). kuat tekan rata-

rata untuk masing-masing komposisi secara berurutan sebesar 33.96 kg/cm², 75.06 kg/cm², dan 61.53 kg/cm². Yang memenuhi syarat mutu adalah komposisi I tingkat mutu III, komposisi II tingkat mutu II dan komposisi III tingkat mutu II; b). besar penyerapan air untuk masing-masing komposisi secara berurutan sebesar 13.1%, 10.8%, dan 11.2% yang memenuhi syarat mutu adalah komposisi II tingkat mutu B70; c). penyimpangan ukuran komposisi I adalah panjang 0.67 mm, lebar 0,86 mm, tebal 0.94 mm; komposisi II adalah panjang 0,65 mm, lebar 0,82 mm, tebal 0,94 mm; komposisi III adalah panjang 0.65 mm, lebar 0.82 mm, tebal 0.94 mm; hasilnya dapat memenuhi syarat mutu; d). komposisi 1Pc : 8 Ps : 20% Lk adalah komposisi terbaik menurut syarat mutu SNI 03-0349-1989 dengan kuat tekan masuk mutu II, penyerapan air mutu B70, dan penyimpangan ukuran panjang 0,65 mm, lebar 0,82 mm, tebal 0,94 mm (Utomo, 2010).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan limbah batu apung dan limbah asetilen dapat meningkatkan kuat tekan beton. Kekuatan tertinggi terdapat pada proporsi limbah batu apung 15% dan limbah asetilen 2,5% yaitu sebesar 29,05 MPa atau persentase kenaikannya sebesar 38,12% dibandingkan dengan beton normalnya sebesar 21,03 MPa, kuat tarik belah beton sebesar 3,49 MPa atau mengalami prosentase kenaikan sebesar 44,81% dibandingkan dengan beton normalnya sebesar 2,41 MPa, sedangkan modulus elastisitas beton sebesar 22666,667 Mpa atau mengalami kenaikan sebesar 21,546% dibandingkan dengan nilai modulus elastisitas pada beton normal sebesar 21750,00 MPa (Ngudiyono, 2006).

Berdasarkan pembahasan di atas, limbah gas asetilen merupakan limbah yang dimungkinkan untuk bahan aditif pembuatan genteng beton. Limbah gas asetilen sebagai bahan tambahan (*admixture*) pada genteng beton. Hal tersebut menarik untuk dijadikan penelitian dengan judul : "Pengaruh Penambahan Limbah Gas Asetilen Pengganti *Fly Ash* Terhadap Kualitas Genteng Beton sesuai SNI 0096:2007".

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka permasalahan dapat dirumuskan adalah berapa persen penambahan bahan limbah gas asetilen sebagai pengganti *fly ash* pada campuran genteng beton agar optimal terhadap kualitas genteng beton sesuai dengan SNI 0096-2007?

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini berdasarkan rumusan masalah di atas adalah mengetahui persentase penambahan bahan limbah gas asetilen sebagai pengganti *fly ash* pada campuran genteng beton agar optimal terhadap kualitas genteng beton sesuai dengan SNI 0096-2007.

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini antara lain: (1) Bagi peneliti untuk menambah wawasan dan pengetahuan tentang genteng beton yang relevan dengan SNI 0096-2007; (2) Bagi akademisi untuk memberikan tambahan referensi tentang genteng beton berbahan limbah gas asetilen yang relevan dengan SNI 0096-2007 bagi kalangan akademisi, khususnya jurusan Teknik Sipil di Universitas Negeri Surabaya; dan (3) Bagi masyarakat dapat memanfaatkan limbah gas asetilen

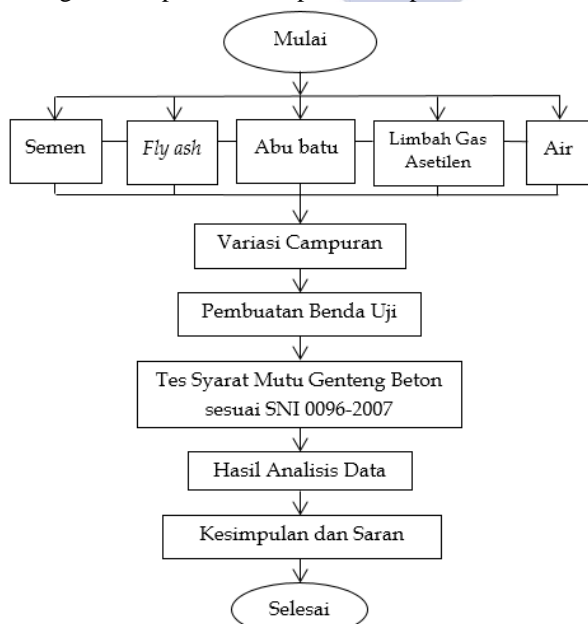
menjadi genteng beton sehingga dapat mengurangi limbah limbah gas asetilen serta memungkinkan berdirinya Usaha Kecil Menengah (UKM) yang mampu memproduksi genteng beton berbahan limbah gas asetilen.

Penelitian ini memiliki batasan-batasan, antara lain: (1) Mutu genteng beton berstandar SNI 0096:2007 yang dimaksud adalah sifat tampak, ukuran, kerataan, beban lentur, penyerapan air, dan ketahanan terhadap rembesan air (*impermeabilitas*); (2) Semen tipe I yang diproduksi oleh PT. Semen Gresik, Tbk; (3) *Fly ash* berasal dari sisa pembakaran batubara PLTU Jepara; (4) Agregat halus berupa abu batu yang berasal dari Pandaan, Pasuruan; (5) Air yang digunakan dari laboratorium PT. Varia Usaha Beton. (6) Limbah gas asetilen yang dimaksud berasal dari limbah pengelasan knalpot di Ngangel, Surabaya; (7) Penambahan limbah gas asetilen sebesar 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% terhadap berat *fly ash*; (8) Penambahan yang dimaksud untuk pengganti *fly ash*; (9) Gradasi dalam limbah gas asetilen dianggap sama, yakni lolos ayakan no.16; (10) Pembuatan benda uji genteng beton di PT. Varia Usaha Beton Jalan Letjend S. Parman 38, Waru Sidoarjo; (11) Genteng beton yang dimaksud bertipe Flat produksi PT. Varia Usaha Beton; (12) Pengujian genteng beton dilakukan di PT. Varia Usaha Beton; dan (13) Pengujian genteng beton dilakukan pada umur 28 hari.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian percobaan (uji laboratorium), dimana pada penelitian ini menerapkan limbah gas asetilen untuk dijadikan genteng beton yang relevan dengan SNI 0096:2007. Penelitian ini digunakan untuk menentukan campuran mana yang paling optimal dijadikan genteng beton. Berikut ini diagram alir penelitian.

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Lokasi pembuatan dan pengujian benda uji genteng beton di PT. Varia Usaha Beton Jalan Letjend S. Parman 38, Waru, Sidoarjo, Jawa Timur. Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap 2014/2015.

Proses pembuatan benda uji dimulai dari persiapan alat dan bahan. Bahan yang digunakan meliputi semen *portland*, *fly ash*, abu batu, limbah gas asetilen, dan air. Limbah gas asetilen yang dipakai dalam penelitian ini adalah limbah gas asetilen yang didapat dari limbah pengelasan knalpot di Ngangel, Surabaya. Limbah yang didapat berupa gumpalan yang masih basah dan diletakkan begitu saja di pinggir sungai. Penggunaan limbah harus dikeringkan terlebih dahulu dengan oven. Kemudian ditumbuk dan diayak hingga menjadi seperti bubuk.. Hal tersebut untuk mempermudah pencampuran genteng beton.

Bahan susun genteng beton (semen *portland*, *fly ash*, abu batu, air, dan limbah gas asetilen) yang telah ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam molen pengaduk dan dicampur dalam keadaan kering sampai adukan menjadi homogen, yaitu jika warnanya sudah sama. Selanjutnya ditambahkan air sedikit demi sedikit sambil adukan terus diratakan sampai homogen. Variasi campuran bahan susun genteng beton dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi Campuran Benda Uji Genteng Beton (kg)

Benda Uji	Semen Portland (PC)	Fly Ash (FA)	Limbah Asetilen (LA)	Abu Batu (AB)
0%	0,82	0,55	0	3,1
25%	0,82	0,413	0,138	3,1
50%	0,82	0,275	0,275	3,1
75%	0,82	0,138	0,413	3,1
100%	0,82	0	0,55	3,1

Adukan yang telah homogen, selanjutnya dituang dalam mesin cetakan genteng yang telah diberi pelumas. Setelah itu genteng beton yang sudah jadi diangkat ke tempat pemeliharaan demikian seterusnya langkah ini dilakukan berulang-ulang hingga jumlah genteng beton mencapai jumlah yang diinginkan untuk diuji.

Perawatan genteng beton ini dilakukan di PT. Varia Usaha Beton dengan menggunakan metode yang selama ini dilakukan oleh PT. Varia Usaha Beton, perawatan yang dilakukan di antaranya adalah pengeringan dengan cara diletakkan di atas rak kemudian diangin-anginkan dan penyiraman selama seminggu.

Pengujian Bahan Penyusun Genteng Beton

Pengujian bahan penyusun genteng beton meliputi uji analisis saringan, uji berat jenis, uji kadar air kebersihan terhadap lumpur untuk abu batu; uji kadar air dan kebersihan terhadap debu/kotoran untuk *fly ash*; serta uji kadar air dan kebersihan terhadap debu/kotoran untuk limbah gas asetilen.

Pengujian Benda Uji Genteng Beton

Pengujian benda uji genteng beton meliputi:

1. Pengujian sifat tampak dilakukan dengan cara mengamati dan mencatat secara seksama keadaan permukaan genteng diperiksa di tempat yang cukup terang, apakah retak-retak, tidak mulus atau cacat lainnya yang mempengaruhi sifat pemakaian.
2. Pengujian ukuran dilakukan dengan cara mengukur tebal genteng pada 2 tempat yang berbeda, serta mengukur tebal penampang genteng pada 2 tempat yang berbeda, mengukur panjang, lebar, dan tinggi kaitan genteng. Kemudian catat semua ukuran tersebut dan hitung rata-ratanya dari masing-masing jenis pengukuran.
3. Pengujian kerataan dilakukan dengan cara menyiapkan benda uji dan meletakkannya di atas pelat yang rata, kemudian tekan genteng hingga dapat dipastikan kepala genteng kontak dengan permukaan pelat. Setelah itu, periksa jarak/celah antara sisi permukaan bagian bawah genteng dengan permukaan pelat, kemudian masukkan batang baja ke dalam celah dan catat hasilnya pada setiap benda uji.
4. Pengujian beban lentur dilakukan dengan cara ukur tengah-tengah genteng beton dan tandai dengan menggunakan spidol supaya mempermudah dalam memposisikan alas atau bantalan pisau pembebanan, kemudian letakkan genteng beton di atas penumpu pada mesin uji sehingga pisau pembebanan berada di tengah-tengah. Setelah itu letakkan alas/bantalan pisau pembebanan pada posisi yang sudah ditandai tadi lalu disentriskan dengan pisau pembebanan. Tutup kran hidrolis dengan tangkai dongkrak, kemudian pompa secara perlahan-lahan hingga pisau pembebanan menempel pada alas/bantalan tadi, kemudian secara otomatis ketika pisau sudah menempel pada alas/bantalan, dial akan naik dengan sendirinya. Lakukan pembebanan dengan penambahan secara konstan hingga genteng patah, catat gaya maksimumnya. Rumus untuk menghitung karakteristik beban lentur genteng beton adalah:

$$F_c = F - 1,64 \times S_d$$

dengan:

$$S_d = \text{Standar deviasi}, \sqrt{\frac{\sum (F_i - F)^2}{n-1}}$$

F = beban lentur rata-rata, (N)

F_i = beban lentur masing-masing benda uji, (N)

n = jumlah benda uji

F_c = karakteristik beban lentur, (N)

5. Pengujian penyerapan air dilakukan dengan cara Langkah-langkahnya adalah genteng beton dioven pada suhu $110^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$, selanjutnya ditimbang dalam keadaan kering oven, lalu genteng beton tersebut direndam dalam air selama 24 jam, kemudian genteng beton diangkat dan air sisanya dibiarkan meniris ± 1 menit, lalu diseka permukaannya dengan kain basah untuk menyeka kelebihan air yang masih tertinggal, selanjutnya genteng beton ditimbang.
6. Pengujian rembesan air dilakukan dengan cara membuat pasta dari campuran semen dan air, pasta tersebut direkatkan pada genteng beton, setelah benar-benar merekat dan tidak ada celah lalu di dalamnya diberi air, kemudian didiamkan selama $20 \text{ jam} \pm 5$

menit dan dilihat apakah genteng beton tersebut terjadi rembesan atau tidak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang didapatkan dari hasil pengujian pengaruh penambahan limbah gas asetilen pengganti fly ash terhadap kualitas genteng beton kemudian dianalisis sesuai SNI 0096:2007.

Hasil Pengujian Material

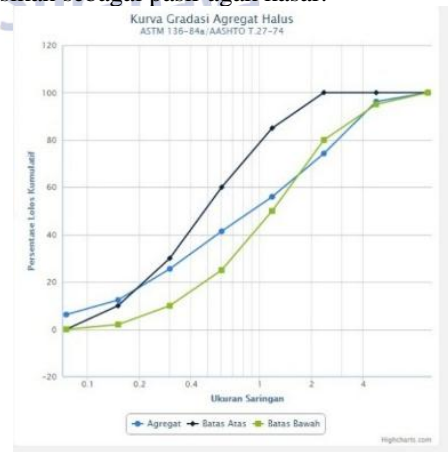
Semen portland (PC) yang digunakan adalah semen tipe I yang diproduksi oleh PT. Semen Gresik (Persero) Tbk. Kandungan kimia dari semen antara lain SiO_2 (19,45%), Al_2O_3 (5,64%), Fe_2O_3 (3,37%), CaO (64,78%), MgO (1,23%), SO_3 (1,83%), LOI (3,14%), kapur bebas (1,15%), bagian tidak larut (0,82%), dan alkali (0,41%). Sedangkan hasil uji berat jenis yang diperoleh menunjukkan berat jenis semen adalah $3,14 \text{ g/cm}^3$ (sumber: PT. Varia Usaha Beton).

Fly ash yang digunakan dalam penelitian ini adalah sisa dari pembakaran batubara di PLTU Jepara. Kandungan *fly ash* antara lain SiO_2 (62,94%), Al_2O_3 (5,52%), Fe_2O_3 (8,41%), CaO (11,48%), MgO (4,89%), Na_2O (0,49%), K_2O (1,12%), SO_2 (2,29%), H_2O (0,33%), dan LOI (1,66%). Sedangkan hasil uji berat jenis yang diperoleh menunjukkan berat jenis *fly ash* adalah $2,68 \text{ g/cm}^3$ (sumber: PT. Varia Usaha Beton). Hasil uji kadar air *fly ash* adalah 0,08% dan kadar kebersihan terhadap debu/kotorannya adalah 0,16%.

Limbah gas asetilen yang digunakan adalah limbah sisa pengelasan knalpot di Ngagel, Surabaya. Kandungan limbah karbit/gas asetilen antara lain SiO_2 (32,26%), Al_2O_3 (1,54%), Fe_2O_3 (2,43%), CaO (52,50%), MgO (5,54%), dan LOI (28,83%). Sedangkan hasil uji berat jenis limbah gas asetilen sebesar 2,1588 kg/l. Hasil uji kadar air limbah gas asetilen/karbit adalah 1,67% dan kadar kebersihan terhadap debu/kotorannya adalah 2,75%.

Uji analisis saringan abu batu menunjukkan bahwa modulus kehalusan butir abu batu adalah 2,94. Menurut persyaratan ASTM C 136-95 A telah memenuhi karena tidak kurang dari 2,3 dan tidak lebih dari 3,1.

Dari analisis saringan abu batu dapat diketahui bahwa agregat halus yang berada pada Zona II yang diklasifikasikan sebagai pasir agak kasar.



Gambar 1. Kurva hasil uji saringan abu batu

Uji berat jenis menunjukkan bahwa berat jenis abu batu adalah 2,33. Menurut persyaratan ASTM C 128-93 berat jenis harus diantara 1,6 - 3,3, sehingga berat jenis abu batu yang telah diuji memenuhi persyaratan.

Uji kadar air pada abu batu diperoleh kadar air resapan sebesar 4,25 %. Menurut persyaratan ASTM C 128-83, maksimal sebesar 4% sehingga kadar air abu batu tidak memenuhi persyaratan. Hal ini dikarenakan mayoritas abu batu dalam keadaan basah karena terkena hujan sebelum dilakukan penyimpanan.

Uji kebersihan abu batu terhadap lumpur diperoleh kadar lumpur sebesar 11,38 %. Menurut persyaratan ASTM C 33-93, maksimal sebesar 5% sehingga kebersihan abu batu terhadap lumpur tidak memenuhi persyaratan.

Hasil dan Pembahasan Uji Genteng Beton

1. Uji sifat tampak

Hasil pengujian sifat tampak menunjukkan bahwa semua genteng beton yang dibuat mempunyai permukaan yang mulus, tidak terdapat keretakan, atau cacat lain yang mempengaruhi sifat pemakaian, serta genteng beton juga siku, kecuali komposisi 100% yang terdapat sebuah genteng yg mengalami keretakan kecil. Keretakan tersebut dikarenakan adanya kotoran di matras yang mengakibatkan mortar terdorong ke atas sehingga menimbulkan keretakan kecil. Namun secara keseluruhan tidak ada perbedaan antara sifat tampak genteng beton normal dengan genteng beton yang menggunakan bahan tambah limbah gas asetilen. Semua sifat tampak telah memenuhi standar SNI 0096:2007.

2. Uji ukuran

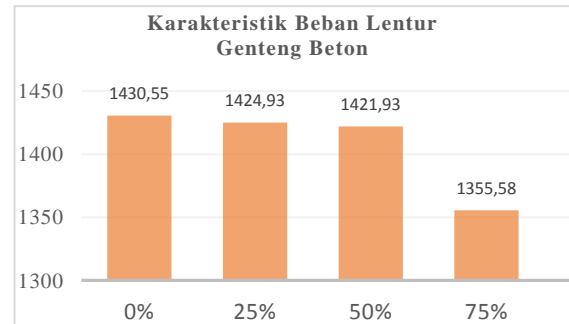
Hasil pengujian ukuran secara acak menunjukkan bahwa genteng beton tidak terdapat ukuran yang kurang dari batas minimum yang disyaratkan oleh SNI 0096:2007. Ukuran antara genteng beton biasa dengan genteng beton dengan penambahan limbah gas asetilen hanya selisih 1-2 mm dan semua ukurannya rata-rata hampir seragam. Hal ini dikarenakan dalam proses pengepresan menggunakan mesin semi otomatis dengan tekanan sebesar 100 ton agar mendapatkan ukuran yang maksimal. Penambahan limbah gas asetilen tidak memiliki pengaruh yang berarti karena ukuran bergantung pada cetakan genteng yang digunakan.

3. Uji kerataan

Hasil pengujian kerataan secara acak menunjukkan bahwa genteng beton tidak terdapat celah atau jarak yang lebih dari batas maksimal yang disyaratkan oleh SNI 0096:2007. Kerataan antara genteng beton biasa dengan genteng beton dengan penambahan limbah gas asetilen hanya selisih 0-1 mm. Persyaratan kerataan genteng beton maksimal 3 mm. Penambahan limbah gas asetilen tidak memiliki pengaruh yang berarti pada kerataan genteng beton.

4. Uji beban lentur

Pengujian beban lentur genteng beton dilakukan pada umur 28 hari dengan jumlah 10 buah genteng untuk masing-masing komposisi yang diambil secara acak.



Gambar 2. Kurva karakteristik beban lentur genteng beton

Hasil pengujian komposisi 0%, 25%, dan 50% telah memenuhi persyaratan sebagaimana yang tercantum dalam SNI 0096:2007, yaitu untuk genteng beton dengan tinggi profil $20 \geq t \geq 5$ mm dan lebar penutup ≥ 300 mm harus memiliki karakteristik beban lentur minimal 1400 N. Sedangkan pada komposisi 75% dan 100% hasilnya kurang dari 1400 N, sehingga hasilnya tidak memenuhi persyaratan SNI 0096:2007. Hal ini kemungkinan diakibatkan oleh proses pencampuran dan pengadukan bahan susun genteng beton sehingga adukan kurang homogen. Kemungkinan lainnya adalah pengurangan *fly ash* yg cukup signifikan karena kandungan CaO (kapur) pada limbah gas asetilen sebesar 52,50% dan SiO₂ (silika) yang hanya sebesar 32,26% membuat ikatan pada campuran genteng beton menjadi berkurang sehingga karakteristik beban lentur semakin menurun. Hal tersebut yang membuat komposisi 75% dan 100% penambahan limbah gas asetilen terhadap berat *fly ash* tidak memenuhi standar SNI 0096:2007.

5. Uji penyerapan air

Penyerapan air genteng beton rata-rata komposisi 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% dari berat *fly ash* secara berurutan adalah 6,32%; 6,30%; 7,18%; 5,90%; dan 6,61%. Hasil pengujian penyerapan air pada genteng beton menunjukkan bahwa semua genteng yang dibuat, genteng beton normal maupun genteng beton dengan penambahan limbah gas asetilen, telah memenuhi SNI 0096:2007 karena tidak melebihi standar yaitu maksimal penyerapan air pada genteng beton sebesar 10%.

6. Uji rembesan air

Komposisi 100% mengalami rembesan. Hal tersebut dikarenakan pada benda uji terdapat retakan di permukaan atas yang dipengaruhi oleh matras genteng yang terdapat kotoran sehingga saat pengepresan tidak dapat maksimal dan menimbulkan sedikit retakan di permukaan atas. Retakan juga dapat dipengaruhi oleh kandungan CaO (kapur) pada limbah gas asetilen sebesar 52,50% dan SiO₂ (silika) yang hanya sebesar 32,26% membuat ikatan pada campuran genteng beton menjadi tidak optimal sehingga dipastikan terjadi retakan pada benda uji genteng beton. Di samping itu, sifat CaO adalah menyerap air sehingga memungkinkan besarnya rembesan. Jadi yang memenuhi persyaratan rembesan air sesuai SNI 0096:2007 hanya komposisi 0%,

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan maka dapat diambil kesimpulan bahwa hasil pengujian dilihat dari uji fisik yang meliputi uji sifat tampak, ukuran, dan kerataan diantara kelima komposisi hanya komposisi dengan penambahan limbah gas asetilen 0%, 25%, 50%, dan 75% yang memenuhi persyaratan SNI 0096:2007. Sedangkan dari uji mekanik yang meliputi uji beban lentur, penyerapan air, dan rembesan air (*impermeabilitas*) hanya komposisi dengan penambahan 0%, 25%, dan 50% yang memenuhi persyaratan SNI 0096:2007. Dapat disimpulkan bahwa persentase penambahan limbah gas asetilen sebagai pengganti *fly ash* pada campuran genteng beton agar optimal terhadap kualitas genteng beton sesuai dengan SNI 0096:2007 adalah 50% dari berat *fly ash*.

Saran

Saran yang dapat disampaikan dalam penelitian ini adalah (1) untuk penelitian selanjutnya masih bisa ditambah dengan pengujian tentang kandungan B3 pada genteng beton sehingga dapat dipastikan keamanannya; (2) dalam proses pencampuran bahan dianjurkan mengaduk hingga benar-benar homogen; dan (3) bahan dan alat pastikan telah bersih dari kotoran-kotoran yang dapat mengganggu proses produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2007. *Standar Nasional Indonesia SNI 0096:2007 Genteng Beton*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- ASTM C-618. 2005. *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use as a Mineral Admixture in Concrete*. ASTM USA.
- Cahyani, Saktianawati Tyas Harum. 2011. *Analisis Kualitas Genteng Beton Dengan Penambahan Serat Agel Dan Pengurangan Pasir*. Tugas akhir tidak diterbitkan. Yogyakarta: PPs Universitas Negeri Yogyakarta.
- Ferdana, Yultino Syaifullah dan Lathiif, Muhammad Rohim. 2013. *Efek Substitusi Semen dengan Limbah Pupuk Padat PT. Petrokimia terhadap Kuat Lentur Genteng Beton di PT. Varia Usaha Beton*. Tugas akhir tidak diterbitkan. Surabaya: PPs Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Fernando, N.J.. 2012. *Kajian Eksperimental Genteng Hasil Daur Ulang Kotak Minuman Dengan Ukuran Cacah Campuran 75 mm x 5 mm dan 50 mm x 5 mm*. Skripsi tidak diterbitkan. Depok: PPs Universitas Indonesia.
- Muliyasih, Sri. 2010. *Pembuatan Paving Block dengan Menggunakan Limbah Las Karbit sebagai Bahan Aditif dengan Perekat Limbah Padat Abu Terbang Batubara (Fly Ash) PLTU Labuhan Angin Sibolga*. Tesis tidak diterbitkan. Medan: PPs Universitas Sumatera Utara.
- Ngudiyono. 2006. "Pengaruh Penambahan Limbah Batu Apung dan Limbah Gas Asetilen pada Kekuatan Beton". *Jurnal Teknik Sipil*. Vol. 2 (3): hal. 85-95.
- Pambudi, Warih. 2005. *Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Dan Pengurangan Pasir Terhadap Beban Lentur dan Berat Jenis Genteng Beton*. Skripsi tidak diterbitkan. Semarang: PPs Universitas Negeri Semarang.
- Tedeyanti, Junita. 2000. *Pemanfaatan Limbah Gas Asetilen sebagai Bahan Stabilisasi Bentonit*. Tesis tidak diterbitkan. Medan: PPs Universitas Sumatera Utara.
- Umboh, Alfian Hendri, Marthin D. J. Sumajouw, Reky S. Windah. 2014. "Pengaruh Pemanfaatan Abu Terbang (*Fly Ash*) dari PLTU II Sulawesi Utara sebagai Substitusi Parsial Semen terhadap Kuat Tekan Beton". *Jurnal Sipil Statik*. Vol.2 (7): hal. 352-358.
- Utomo, Hendratmo Muji. 2010. *Analisis Kuat Tekan Batako dengan Limbah Karbit sebagai Bahan Tambah*. Proyek akhir tidak diterbitkan. Yogyakarta: PPs Universitas Negeri Yogyakarta.